

Kalle Tuokko

KEVYET VÄLISEINÄT

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kandidaatintyö
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Kalle Tuokko: Kevyet väliseinät (Lightweight partition walls)
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
Toukokuu 2019

Tämän kandidaatintyön aiheena on kevyet väliseinät. Työn tarkoituksena on muodostaa kokonaisvaltainen ja loogisesti etenevä katsaus aihepiiriin liittyvistä asioista.

Työ tehtiin kirjallisuustutkimuksena aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja materiaaleja hyödyntäen. Tietoa kerättiin runsaasti ja se muotoiltiin raportiksi, joka etenee materiaalien esittelyn kautta rakenteiden käsittelemiseen ja lopuksi suunnittelullisten asioiden pariin. Työssä keskityttiin asuinrakentamisessa käytettäviin materiaaleihin ja rakenteisiin. Työstä rajattiin pois joitain materiaaleja, kuten lasi ja poltetut tiilet.

Valmiin työn perusteella voidaan todeta, että väliseinärakentamisessa eri materiaalien ja rakenteiden tarjoamien yhdistelmien valikoima on melko laaja. Väliseinää rakennettaessa vastaavan tahon on oltava tietoinen suunnittelullisista asioista, kuten ääneneristyksestä ja palonkestovaatimuksista.

Avainsanat: väliseinä, runkomateriaali, rakennuslevy, runkorakenne

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	1
2. VÄLISEINÄMATERIAALIT	2
2.1 Runkomateriaalit	2
2.1.1 Puurunko	2
2.1.2 Teräsrunko	3
2.1.3 Muurattu runko	4
2.2 Rakennuslevyt.....	6
2.2.1 Puulevyt.....	6
2.2.2 Kipsilevyt	7
2.3 Kiinnitystarvikkeet	10
2.4 Kulmalistat ja eristysmateriaalit	11
2.5 Asbesti väliseinärakenteissa	11
3. RUNKORAKENTEET	12
3.1 Puurunkoiset rakenteet	12
3.2 Teräsrunkoiset rakenteet	15
3.3 Muurattu rakenne	15
4. SUUNNITTELU	18
4.1 Vaatimukset ja määräykset.....	18
4.2 Märkätilat	19
4.3 Ääneneristävyys	20
4.4 Palonkesto.....	22
5. HAVAINNOT JA YHTEENVETO	24
LÄHTEET	25

LIITE A: PUURUNKOISTEN VÄLISEINIEN RAKENNELEIKKAUKSIA

LIITE B: TERÄSRUNKOISTEN VÄLISEINIEN RAKENNELEIKKAUKSIA

1. JOHDANTO

Väliseinät ovat keskeinen tekijä rakennuksesta saadun käyttökokemuksen muodostumisessa. Väliseinien tehtäviä ovat muun muassa tilojen jakaminen, ääneneristys, palojen rajaaminen, lämmöneristys sekä toisinaan myös ylemmiltä rakenneosilta välittyvän kuorman kantaminen. Väliseinät voivat toimia arkkitehtonisina elementteinä mielenkiintoisten tilojen muodostamisessa, tai ne voivat olla välttämätön edellytys rakennuksen käyttötavan edellyttämille vaatimuksille esimerkiksi kiinnitysten ja ripustusten alustana.

Tässä työssä käsitellään asuntorakentamisessa paikalla rakennettavia kevyitä väliseinärakenteita. Kevyeksi määritellään rakenne, joka ei osallistu rakennuksen omien painojen ja hyötykuormien kantamiseen. Työstä rajataan kantavien rakenteiden lisäksi pois lasirakenteet ja poltetuista savitiilistä muuratut rakenteet. Kevyet väliseinät esitellään sekä materiaalien, että rakenneratkaisujen osalta. Lisäksi työssä käydään läpi suunnitteluun liittyviä asioita, kuten ääneneristävyttä ja paloturvallisuutta.

Työ on kirjallisuusselvitys, jonka tarkoituksena on kerätä tietoa ja muodostaa yhtenäinen kokonaiskuva aihepiiristä. Lähteinä työssä käytetään muun muassa Rakennustietosäätiön, Ympäristöministeriön ja tuotevalmistajien materiaaleja. Työn luvussa 2 esitellään aluksi väliseinärakentamiseen käytettäviä materiaaleja ja niiden ominaisuuksia. Luvussa 3 perehdytään runkorakenteisiin, joita havainnollistetaan kuvien avulla. Runkorakenteiden käsittelyn jälkeen luvussa 4 syvennytään suunnittelullisiin asioihin ja näkökohtiin. Suunnittelun pohjana olevaa teoriaa käsitellään muun muassa ääneneristysasioiden osalta. Lopuksi työ tiivistetään havaintoihin ja yhteenvetoon luvussa 5.

2. VÄLISEINÄMATERIAALIT

Väliseinien rakentamiseen käytetään runsaasti erilaisia materiaaleja. Materiaalit voidaan jaotella runkomateriaaleihin ja verhoilussa käytettäviin materiaaleihin. Runkomateriaaleina käytetään useimmiten erilaisia puu- ja teräsrankoja tai kiviaineksesta valmistettuja harkkoja. Ranka on yleinen nimitys väliseinän rungon muodostavalle pystyasentoon asennettavalle rakenneosalle, mutta rangasta voidaan puhua myös käyttämällä nimitystä runkotolppa tai pystykoolaus. Pystyrankojen lisäksi käytetään lattiaan ja kattoon asennettavia rakenneosia, joista käytetään erityisesti teräksen kohdalla nimitystä lattia- tai kattokisko. Verhoilussa käytettävät materiaalit ovat erilaisista aineista valmistettua rakennuslevyä.

2.1 Runkomateriaalit

Tiettyyn tilaan tulevaa väliseinää suunniteltaessa tärkeä huomioonotettava seikka on käyttötarkoitukseen parhaiten sopivan runkomateriaalin valinta. Rakentamisessa yleisesti käytössä olevia runkomateriaaleja ovat muun muassa puu, teräs, betoni sekä erilaiset kivimateriaalit. Myös väliseiniä toteutettaessa voidaan käyttää kaikkia edellä mainittuja materiaaleja. Volyymiltaan laajassa tuotannossa, kuten esimerkiksi kerrostalorakentamisessa, kevyet paikalla rakennettavat väliseinät suunnitellaan useimmiten rankarakenteisiksi muuratun yhtä massaa olevan rakenteen sijasta. Muurattua rakennetta on silti syytä tarkastella varteenotettavana vaihtoehtona rankarakentamiselle. Kun väliseinä toteutetaan muuraamalla, syntyy umpinainen pinta yhden työvaiheen seurauksena. Tällöin levyverhousta ei välttämättä tarvita, kun taas rankarakenne puolestaan on aina levytettävä.

2.1.1 Puurunko

Väliseinän puurunkorakenteeseen käytetään joko sahatavaraa tai erilaisia puujalosteita, kuten esimerkiksi kuvassa 1 esiteltyä viilupuuta. Puun käyttö väliseinärungossa mahdollistaa monimutkaisinkin rakenteen toteutuksen, koska puu on kohtalaisen helposti työstettävä materiaali. Korjaus- ja täydennysrakentamisessa saattaa tulla vastaan tilanteita, joissa väliseinä on rakennettava pinnoiltaan vinoon ja epätasaiseen aukkoon. Tällaisessa tilanteessa puurungon etuna muihin materiaaleihin nähden on juuri sen helppo työstettävyys.



Kuva 1. Viilupuusta valmistettu väliseinätolppa (Stora Enso Oyj 2019).

Koska puu on tunnetusti palavaa ainesta, tulee puurunko verhoilla materiaalilla, joka suojaa sitä palotilanteessa. Vaadittava palonkesto saavutetaan verhoilemalla puurunkoinen seinä kipsilevyillä. Käsittelemätön puu ei myöskään ole hyvin kosteutta kestävä materiaali, joten märkätiloissa puurunkoon ei saa kohdistua merkittävää kosteusrasitusta. Puu suojataan kosteudelta levytyksen ja vedeneristyksen avulla. Puurunkoa käyttämällä vaadittavat äänitekniset ominaisuudet saavutetaan hyödyntämällä oikeanlaista rakennetta sekä riittävää levytystä. Huoneistojen väliselle seinälle asetettu ääneneristävyysvaatimus saavutetaan käyttämällä kaksinkertaista runkoa tai erillisrunkoa, joita esitellään kohdassa 3.1. (RT 82-10820 Pientalon puurakenteet 2004)

2.1.2 Teräsrunko

Teräsrunko on Suomessa hyvin yleisesti käytetty väliseinän runkoratkaisu. Teräsrungon suosio perustuu sen helppoon asennettavuuteen ja siihen, että valmistajilta on saatavilla valmiina väliseinäjärjestelmänä mittatarkka tuotepaketti, jonka avulla halutut ominaisuudet saavutetaan. Valmistajien ohjemateriaaleja hyödyntämällä kevyen teräsrunkaisen väliseinän rakentaminen on helppoa ja lopputuloksena saadaan juuri halutun kaltainen seinä. Palonkestovaatimukset ja riittävä ääneneristys saavutetaan noudattamalla valmistajien ohjeita.

Teräsrunko on periaatteeltaan hyvin samankaltainen puurunkoon nähden. Runko koostuu lattia- ja kattokiskoista sekä niiden väliin asennettavista kuvan 2 mukaisista pystyrangoista. Rankoja ja kiskoja valmistetaan useina eri profiileina muotoon taitetusta sinkitystä teräsohutlevystä. Rankojen käsittely ja käyttö on helppoa, sillä eri valmistajat antavat rankojen mittatarkkuudeksi keskimäärin $\pm 0,5$ mm (Koski 2011, s. 218). Teräsrunkojen ainevahvuudet ovat tyypillisesti 0,65–3,5 mm. Kevyen väliseinän

teräsranka on kuitenkin useimmiten vahvuudeltaan noin 0,7 mm, sillä paksumpien teräsrankojen työstettävyys ja liitosten tekeminen vaikeutuvat, jos rankamateriaali on paksumpaa. Erityisesti yli 2,0 mm vahvuisten rankojen käyttö hankaloittaa kipsilevyn kiinnittämistä. Teräsranka on asennettavuudeltaan helppo, mutta yksittäisen rungon osan, kuten lattiakiskon, työstö epätasaiseen kohteeseen on rajoittuneempaa kuin puisen vastaavan. Teräsrankoja käytettäessä runkoa tulee täydentää aukkojen reunoilla käyttämällä puurankoja vahvistuksina esimerkiksi oviaukkojen tuentaan. (RT 82-10659 Pientalon teräsrakenteet 2000)

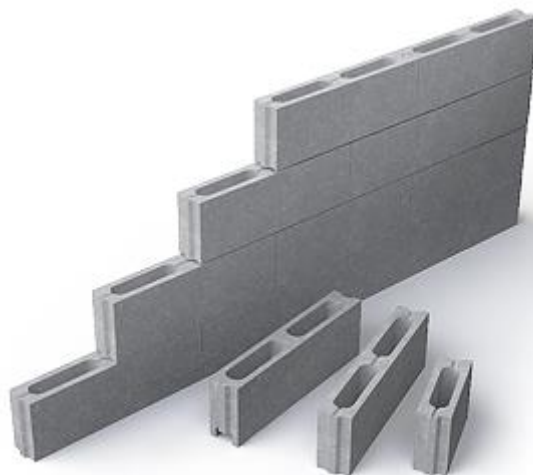


Kuva 2. Teräsohutlevystä valmistettu väliseinätolppa (Saint-Gobain Finland Oy, Gyproc 2019).

Teräsrankoja ei ole tarvetta suojata kosteudelta, mutta kosteiden tilojen teräsrunkoinen väliseinä on silti aina varustettava vedeneristyksellä. Vedeneristys suojaa tässä tapauksessa nimenomaan seinän levytystä. Teräsrungon vaatimusten mukainen palonkesto saavutetaan oikeaoppisella levytyksellä ja levytilan väliin asennettavalla eristeellä. Ääneneristävyydelle asetetut vaatimukset saavutetaan käyttämällä kaksinkertaista runkoa tai erillisrunkoa. Riittävä ääneneristävyys voidaan saavuttaa myös käyttämällä ääneneristykseen kehitettyjä akustisia jousirankoja. Jousiranka toimii nimensä mukaisesti jousena, joka ehkäisee äänen kulkeutumista seinärakenteen läpi. (RT 82-10659 Pientalon teräsrakenteet 2000)

2.1.3 Muurattu runko

Muurattu väliseinä muodostuu harkoista ja harkkoja toisiinsa sitovasta laastista tai liimasta. Väliseiniin soveltuvia harkkoja ovat muun muassa kuvassa 3 esitellyt kevytsoraharkot, karkaistut kevytbetoniharkot sekä kalkkihiekkaharkot. Myös poltetut savitiilet voivat toimia väliseinän runkomateriaalina, mutta tässä työssä ne rajataan pois käsittelystä.



Kuva 3. Kevytsoraharkkoista muurattu väliseinä (Lammin Betoni Oy 2019).

Kevytsoraharkot valmistetaan paisutetusta savesta valmistetusta kevytsorasta, sementistä ja vedestä. Kevytsoraharkkoja valmistetaan kooltaan ja muodoltaan runsaasti erilaisia. Kevytsoraharkot, kuten muutkin harkot, ovat paloluokituksestaan luokan A1 materiaaleja, joka tarkoittaa niiden olevan paloon osallistumattomia materiaaleja. Palonkesto-ominaisuuden vuoksi kevytsoraharkko sopii erityisen hyvin huoneistojen välisen osastoivan seinän materiaaliksi. Kevytsoraharkon pinta on epätasainen ja huokoinen, jolloin se soveltuu hyvin myös pinnoitteiden alustaksi. Useimmiten kevytsoraharkkoseinä tasoitetaan ja maalataan haluttuun ulkonäköön muiden harkkorakenteiden seinien tavoin. Pinnoittamatta jätetty kevytsoraharkko toimii kuitenkin ääntä vaimentavana pintana, jolloin se saatetaan jättää pinnoittamatta esimerkiksi kouluissa tai tuotantotiloissa. Pinnoittamattomaksi jätetyn harkkoseinän muuraus tulee olla laadultaan seinälle asetetut ulkonäkövaatimukset täyttävää. (RT 82-10588 Harkkorakenteiden suunnittelu 1995; RT 35-10834 Kevytsoraharkot 2004)

Karkaistu kevytbetoniharkko koostuu hienoksi jauhetusta hiekasta, sideaineesta ja vedestä. Raaka-aineet ovat samat kuin normaalilla betonilla mutta valmistustapa eroaa olennaisesti. Valmistuksen aikana massaun lisätään alumiinia huokoisuuden aikaansaamiseksi. Karkaisu nostaa materiaalin lujuutta ja pienentää kuivumiskutistuman ja viruman arvoja. Keveytensä johdosta kevytbetonin ääneneristysominaisuudet ovat muita harkkoja heikommat. (RT 35-10835 Karkaistut kevytbetoniharkot 2004)

Kalkkiehkekaharkot valmistetaan poltetun kalkin, hienoksi jauhetun kvartsihiekan ja veden seoksesta. Massa puristetaan ja höyrykarkaistaan harkoksi. Kalkkiehkekaharkot sopivat ääntä eristäviksi rakenteiksi suurehkon massan ja tiheytensä vuoksi. (RT 35-10840 Kalkkiehkekatiilet 2005)

Harkk väliseinä voidaan toteuttaa yksin- tai kaksinkertaisena. Usein riittävät ääni- ja paloeristysvaatimukset saavutetaan yksikerroksisella seinärakenteella. Ominaisuuksien parantamiseksi harkkoseinä voidaan kuitenkin levyttää kuten rankarakenteinen seinä.

2.2 Rakennuslevyt

Rakennuslevy on kevyen rankarakenteisen väliseinän keskeisin osa. Väliseinän levyvalintaa ohjailee pitkälti tilan käyttötarkoitus ja rakennusfysikaaliset olosuhteet. Levy rajaa kahden tilan väliset olosuhteet, kuten esimerkiksi huoneiden ääniympäristöt toisistaan. Lisäksi levy toimii alustana kiinnityksille ja pinnoitteille kuten esimerkiksi säilytyskalusteille ja maaleille. Väliseinärakentamiseen käytetään kipsilevyjä sekä puulevyjä. Levyjä valmistetaan rakentamisen tarpeisiin painottaen useita eri ominaisuuksia. Yhdellä levyllä erityisenä ominaisuutena saattaa olla palonkesto, kun taas toinen levy on erinomainen akustisilta ominaisuuksiltaan. Seinälle osoitetut palonkestovaatimukset saavutetaan käyttämällä kiviainespohjaisia levyjä. Ääneneristävyyteen vaikuttavat levyn paksuus, mutta ennen kaikkea levyn massa ja jäykkyys. Kipsilevyjä käyttämällä saavutetaan ääneneristävyydelle asetetut vaatimukset helpommin kuin puulevyjä käyttämällä, koska kipsilevyjen massa on suurempi kuin puulevyjen. (Kylliäinen 2006).

2.2.1 Puulevyt

Puumateriaalista valmistettujen rakennuslevyjen valikoima on kattava. Yleisimmät väliseinärakentamisessa käytössä olevat puulevyt ovat erilaisia vanereita ja lastulevyjä. Tavallisesti seinäverhoiluun käytettävien puulevyjen paksuudet ovat 9–30 mm. Puulevyjä käytetään pääosin väliseinien kaksinkertaisen levytyksen alimmaisena levynä tai maalauksen pohjalevyinä.



Kuva 4. Pintahiottu lastulevy (Puuinfo 2019).

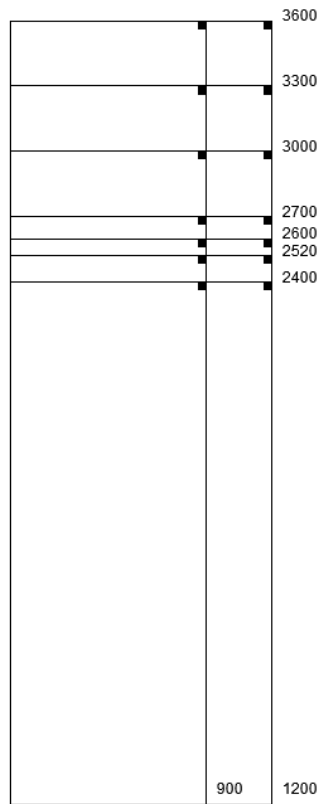
Kaksinkertaisen levytyksen alimmaisena levynä käytetään laatuluokitukseltaan vaatimattomampia havuvanereita. Laatuluokitukseltaan tasokkaampia sisustusvanereita voidaan käyttää näkyviin jäävänä verhoiluna sellaisenaan. Lastulevy, kuten kuvassa 4 oleva levy, sopii puolestaan hyvin maalattavien pintojen verhoukseen. Maalauksen pohjana käytettäviä lastulevyjä on saatavilla valmiiksi pinnaltaan hiottuina, pohjamaalattuina ja maalauspohjapaperilla päällystettyinä. (RT 22-11126 Lastulevyt) Mikäli väliseinä toteutetaan maalattuna lastulevyseinänä, on suositeltavaa asentaa levyt noin 5 mm avosaumoin. Avosaumat ehkäisevät levytyksen visuaalisen vaurioitumisen levyjen eläessä. Tarvittaessa saumat voidaan täyttää elastisella saumaussmassalla (RT 22-11126 Lastulevyt, s. 4).

Paloteknisten vaatimusten täyttämiseksi puulevyn kanssa on yleensä käytettävä puuta palolta suojaavaa kipsilevyä. Ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan puulevy ei ole yhtä tehokas kipsilevyyn verrattuna, sillä puulevyn massa on pienempi kuin kipsistä valmistetun vastaavan. Kosteudelle alttiissa tiloissa puulevy on aina suojattava vedeneristyksellä. Ruuvien kiinnittyminen puulevyyn on kipsilevyyn kiinnittymistä vahvempi. (RT 22-10730 Vanerilevyt 2000; RT 22-11126 Lastulevyt 2013; RT 22-10773 Vaneri rakenteissa ja verhouksissa 2002)

2.2.2 Kipsilevyt

Nimensä mukaisesti kipsilevyt ovat kipsikivistä eli kalsiumsulfaatista valmistettuja rakenteiden verhoiluun tarkoitettuja levyjä. Saatavilla olevat kipsilevyt ovat pitkiltä sivuiltaan ja molemmilta pinnoiltaan kuvan 6 mukaisesti kartonkipäällystettyjä. Kipsilevyjen valikoimasta löytyy vakioituina kokoina useita ominaisuuksiltaan erilaisia

vaihtoehtoja. Yleisimmin käytössä ovat tavanomainen kipsilevy sekä erikoiskova kipsilevy, joiden kokovaihtoehdot näkyvät kuvassa 5.



Kuva 5. Yleisimmät rakennuslevykoot (Tuokko 2019).

Tyypillisesti verhoiluun käytettävät kipsilevyt ovat paksuudeltaan 13 mm. Valmistettavien levyjen pitkän sivun reunamuoto voi olla ohennettu, viistetty, pyöristetty tai suora. Reunamuotoilulla pyritään helpottamaan levysaumojen tasoitustyötä. Poikkeuksellisen korkeita seiniä varten valmistetaan jokaiselta reunaltaan ohennettua levyä vaakasaumojen tasoittamisen helpottamiseksi.



Kuva 6. Kartonkipääallysteinen reunaohennettu kipsilevy (Saint-Gobain Finland Oy, Gyproc 2019).

Rakennettavan tilan käyttötarkoitus määrittelee levytyypin valinnan. Tavanomainen 13 mm kipsilevy sopii asuntorakentamiseen huoneiden väliseksi väliseinäverhoiluksi. Paremmat lujuus- sekä kestävyysominaisuudet saadaan käyttämällä erikoiskovaa levyä. Erikoiskovan levyn ominaisuuksia tavanomaiseen levyyn verrattuna on parannettu käyttämällä tiheämpää ja lasikuituvahvistettua kipsiydintä. Erikoiskova levy sopii tiloihin, jossa pinnoilta vaaditaan kulutuskestävyyttä, tai tiloihin, joihin tiedetään tulevan tavanomaista raskaampia seinäkiinnityksiä. Erikoiskovan levyn käyttö märkätiloissa laatoituksen pohjana on myös yleistä. Koska erikoiskova levy on tavanomaista levyä raskaampi, on sen ääneneristävyys myös hieman parempi. (RT 32-10633 Kartonkipintaiset kipsilevyt 1997)

Kipsilevyjen käyttöön liittyy muutamia olosuhteiden aiheuttamia rajoituksia. Kipsilevyä ei tule käyttää kohteissa, joissa lämpötila on jatkuvasti yli 45°C. Jatkuva korkea lämpötila aiheuttaa kipsiin kemiallisesti sitoutuneen kideveden haihtumista, joka puolestaan saa aikaan levyn haurastumisen ja lujuuden alenemisen. Kipsilevyn sijoittamista tilaan, jossa ilman suhteellinen kosteus on poikkeuksellisen suuri, yli 85 %, tulee välttää. (Koski 2011, s. 221) Märkätilaan rajoittuvassa väliseinässä voidaan käyttää kosteisiin olosuhteisiin suunniteltua kipsilevyä. Märkätilevyt ovat useimmiten kipsiytimeltään lasikuituvahvisteisia, jonka lisäksi kosteusteknisiä ominaisuuksia on parannettu käyttämällä esimerkiksi silikonia lisäaineena kipsimassassa sekä pintakartongissa. Märkätilassa tavanomainen kipsilevy, kuin myös märkätiloihin tarkoitettu kipsilevy, on aina varustettava vedeneristeellä.

Kipsilevyt luokitellaan rakennusmateriaalien paloluokituksessa luokkaan B, jonka mukaan ne vaikuttavat palonkehitykseen vain hieman. Palonkesto-ominaisuuksiensa ansiosta kipsilevyjä käytetään verhoilun lisäksi myös esimerkiksi kantavien

rakenneosien, kuten palkkien ja pilarien palosuojaukseen ja kotelointiin. Edellä mainittujen levyvaihtoehtojen lisäksi saatavilla on muun muassa pinnaltaan rei'itettyjä äänen kaiuntaa ehkäiseviä akustiikkalevyjä, palonsuojalevyjä, sekä esimerkiksi sairaalatiloihin tarkoitettuja säteilysuojalevyjä. (RT 32-10633 Kartonkipintaiset kipsilevyt 1997)

Joskus saatetaan käyttää kipsilevyä muistuttavaa puukipsilevyä. Puukipsilevy valmistetaan kipsin, veden ja puulastujen muodostamasta massasta puristamalla. Puukipsilevy ei normaalisti ole kartonkipintainen, mutta reunamuotoiluvaihtoehdot vastaavat tavanomaisen kipsilevyn vaihtoehtoja. Valmistettavien puukipsilevyjen mitat mukailevat markkinoilla olevien kipsilevyjen mittoja. (RT 32-10654 Puukipsilevyt 1998)

2.3 Kiinnitystarvikkeet

Väliseinälevytys kiinnitetään seinärunkoon, jolloin runkomateriaali asettaa levymateriaalin lisäksi vaatimuksia kiinnitystarvikkeille. Kipsilevyt suositellaan kiinnitettäväksi käyttämällä ruuveja, mutta naulauskin on mahdollinen vaihtoehto. Ruuvien ulosvetokestävyys on huomattavasti parempi kuin naulalla. Nauloja käytettäessä saattaa naula työntyä ajan kuluessa ulkonevaksi levypinnasta, esimerkiksi levyn kosteus- ja lämpöliikkeiden seurauksena. Kipsilevykiinnikkeen tulee olla ruostesuojattu. Ruostesuojaamaton kiinnike ruostuu nopeasti kipsin vaikutuksesta. (Koski 2011, s. 222) Tavanomaista 13 mm paksua levyä puurunkoon kiinnitettäessä yksinkertaiseen levytykseen on käytettävä vähintään 35 mm pitkiä ruuveja tai nauloja ja kaksinkertaiseen levytykseen 45 mm pitkiä ruuveja tai nauloja. Teräsruntoon kiinnitettäessä yksinkertaisen levytyksen ruuvien tai naulojen tulee olla vähintään 25 mm pitkiä ja kaksinkertaisen levytyksen ruuvien tai naulojen vähintään 35 mm pitkiä. (RT 32-10633 Kartonkipintaiset kipsilevyt 1997) Puulevyjen kiinnitykseen voidaan käyttää vastaavasti ruuveja tai nauloja. Puulevyjä kiinnitettäessä käytettävän ruuvien pituuden tulee olla vähintään 2,5 kertaa ja naulan 3 kertaa levyn paksuus (RT 22-10773 Vaneri rakenteissa ja verhouksissa 2002).

Ylä- ja alarangat kiinnitetään puualustaan ruuveilla. Betonialustaan kiinnittäminen tapahtuu ruuvien ja proppujen avulla tai teräsnaulojen ampumalla. Puurungon pystyrankojen kiinnittämiseen käytetään ruuveja tai nauloja. Ranka voidaan kiinnittää ala- tai yläpuuhun esimerkiksi ampumalla naulat vinottain rangon kyljestä. Teräsrankojen kiinnittämiseksi lattia- ja kattokiskoihin voidaan käyttää ruuveja, mutta useimmiten kiskot on varustettu kiinnityskappalein tai taitettavien kiinnityslapoin. Teräsranka voidaan kiinnittää kiskoon myös rankapihdeillä, jotka puristavat rangon ja kiskon tiiviisti kiinni toisiinsa. (Koski 2011, s. 222)

2.4 Kulmalistat ja eristysmateriaalit

Mikäli väliseinän toinen pää ei liity muuhun rakenteeseen tai kahdesta väliseinästä muodostuu tilaan suorakulma, voidaan käyttää kulmasuojalistaa. Teräsohutlevystä valmistettu kulmasuoja suojaa levyseinän ulkokulmia iskuilta ja kolhaisuilta. Kipsilevyn reuna on erityisen hauras kolhaisuille, mikäli se on jouduttu leikkaamaan eikä ulkokulmaan ole näin ollen saatu asennettua koskemattomalla ehjällä reunalla säilynyttä levyä. Väliseinien kohdatessa syntyviin T-liitoksiin, ulkokulmiin ja sisäkulmiin valmistetaan erillisiä kulmarankoja. Nurkat voidaan toteuttaa myös ilman erikoistuotteita. Kulmalistat kuitenkin helpottavat myöhempää tasoitusta ja maalausta.

Rankarakenteisen levytetyn väliseinän levyjen väliin jäävä tila voidaan täyttää eristemateriaalilla. Väliseinärakentamisessa eristemateriaali on lähes yksinomaan mineraalivillalevy. Tavanomaisesti käytössä on pystyrankajakoon soveltuva 610 mm leveä villalevy. Villalevy ei saa olla runkovahvuutta paksumpi. Liian paksu villalevy saattaa ajan kuluessa pullistaa levytystä, aiheuttaen näkyvään ja viimeisteltyyn pintaan halkeamia ja ei toivottua liikettä. (Koski 2011, s.220)

2.5 Asbesti väliseinärakenteissa

Suomessa käytettiin asbestia rakentamisessa 1910-1992 välisenä aikana. Asbestin käytön huippuvuosina 1965-1975 sitä käytettiin 10 000-17 000 tonnia vuodessa. Asbesti on yleisnimitys erittäin ohuille, kemiallisesti ja mekaanisesti kestäville silikaattimineraalikuiduille. Asbestipitoista materiaalia käsiteltäessä tai sen rikkoutuessa siitä leviää ilmaan ihmiselle haitallista pölyä. Haitallisuutensa vuoksi asbesti luokitellaan haitallisten aineiden luokituksessa korkeimmalle, eli luokan 1 karsinogeeniksi. (RT 18-11246 Asbesti rakentamisessa, 2016)

Väliseinissä asbestia saattaa esiintyä muun muassa verhoiluun käytetyissä levyissä, maaleissa, laasteissa, tasoitteissa, laatoissa sekä erilaisissa LVI- ja sähköjärjestelmien suojauksissa. Rakennusmateriaali tai aine luokitellaan asbestipitoiseksi, jos 1 % sen painosta on asbestia. Mikäli epäilyksiä asbestin esiintymisestä on, tulisi vanhoja rakenteita purettaessa tai korjattaessa teettää haitta-ainekartoitus. Rakenteiden sisältäessä asbestia purkutyöt on jätettävä asbestitöihin erikoistuneille ja valtuutetuille ammattilaisille. (RT 18-11246 Asbesti rakentamisessa, 2016)

3. RUNKORAKENTEET

Asuntorakentamisessa väliseinärakenteen valintaa ohjaavat muun muassa ääneneristysvaatimukset sekä palonkestovaatimukset. Asunnon sisäinen huoneiden välinen väliseinä voidaan toteuttaa halutulla tavalla melko vapaasti. Usein valitaan edullisin ratkaisu. Huoneiden välisen väliseinän vaatimusten kohdistuessa ainoastaan rakennuksen sisäpuolisten materiaalien paloturvallisuuteen ei rakenteen valinnassa ole tarvetta ottaa huomioon muita asioita pintamateriaalien valinnan lisäksi (Ympäristöministeriö 2017). Huoneistojen välisen väliseinän ja palo-osastointiin osallistuvan väliseinän rakenteen valintaan on puolestaan syytä kiinnittää enemmän huomiota. Vaatimukset voidaan saavuttaa käyttämällä kaikkia tässä työssä aikaisemmin esiteltyjä runkomateriaaleja, yhdistellen erityyppisiä runkoja, levytyksiä ja levyjen välisen tilan eristystä.

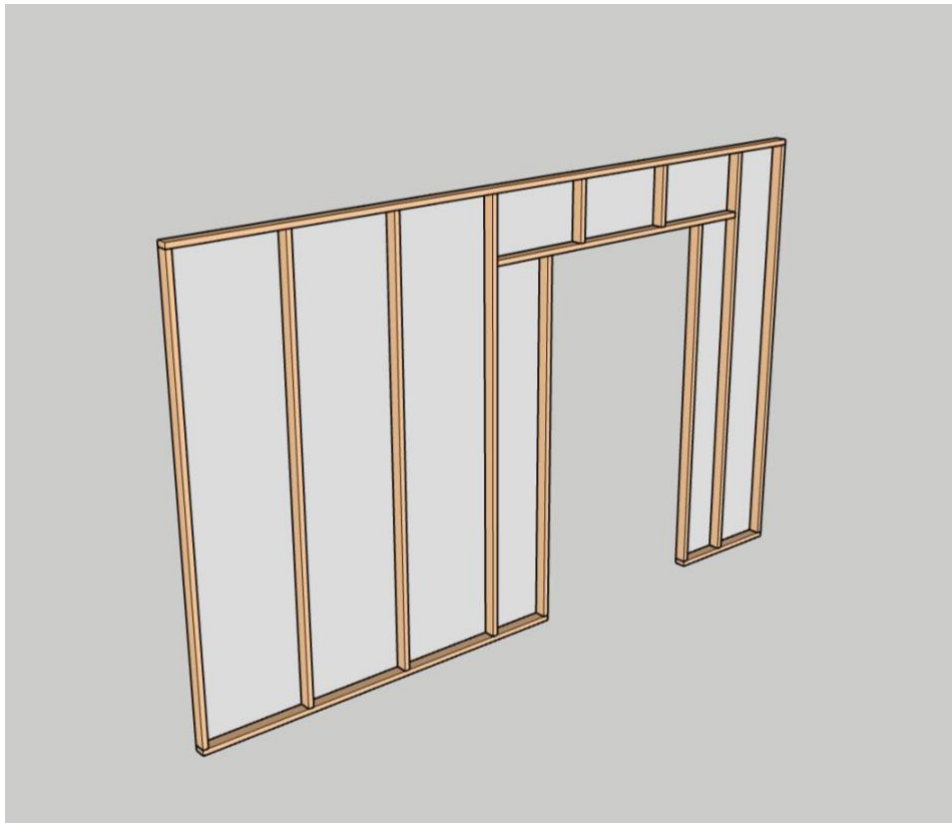
3.1 Puurunkoiset rakenteet

Väliseinän puurungossa käytetään sahatavaraa tai puujalosteita, kuten esimerkiksi viilupuuta. Runkoon kuuluvat lattiaan kiinnitettävä aluspuu, kattoon aluspuun suuntaisesti kiinnitettävä tukipuu, pystyrangat, mahdolliset vaakapuut ja aukkojen ympäröivät puut. Aluspuun ja lattian välissä voidaan käyttää vaimennusnauhaa, jolloin äänen kulkeutuminen seinän ja lattian välillä vaikeutuu. (RT 82-10820 Pientalon puurakenteet 2004)

Puurunko voi olla yksinkertainen (kuva 7), kaksinkertainen (kuva 8) tai erillisrunko (kuva 9). Yksinkertainen runko koostuu ala- ja yläpuusta ja pystykoolauksista. Kaksinkertainen runko puolestaan koostuu kahdesta toisistaan erillään olevasta ala- ja yläpuuparista. Pystykoolaukset toteutetaan normaalisti, jolloin muodostunut rakenne muistuttaa kahta lähellä olevaa yksinkertaista runkoa. Kaksinkertaisessa rakenteessa runkojen väliin jätetään 20...50 mm leveä ilmarako. Erillisrunkoa kutsutaan myös siksak-rungoksi. Erillisrungossa ala- ja yläpuut ovat leveämpiä kuin pystyrangat. Pystyrangat kiinnitetään vuoroin kummallekin puolelle ala- ja yläpuita, jolloin seinän kummankin puolen levytykset kiinnitetään omiin pystyrankoihinsa. Erillisrungolla ja kaksinkertaisella rungolla saavutetaan parempi ääneneristävyys kuin yksinkertaisella rungolla. (RT 82-10820 Pientalon puurakenteet 2004)

Väliseinärunko päällystetään rakennuslevyillä. Levytys voi olla joko yksinkertainen tai kaksinkertainen. Kaksinkertainen levytys parantaa seinän ääneneristävyyttä, jäykkyyttä

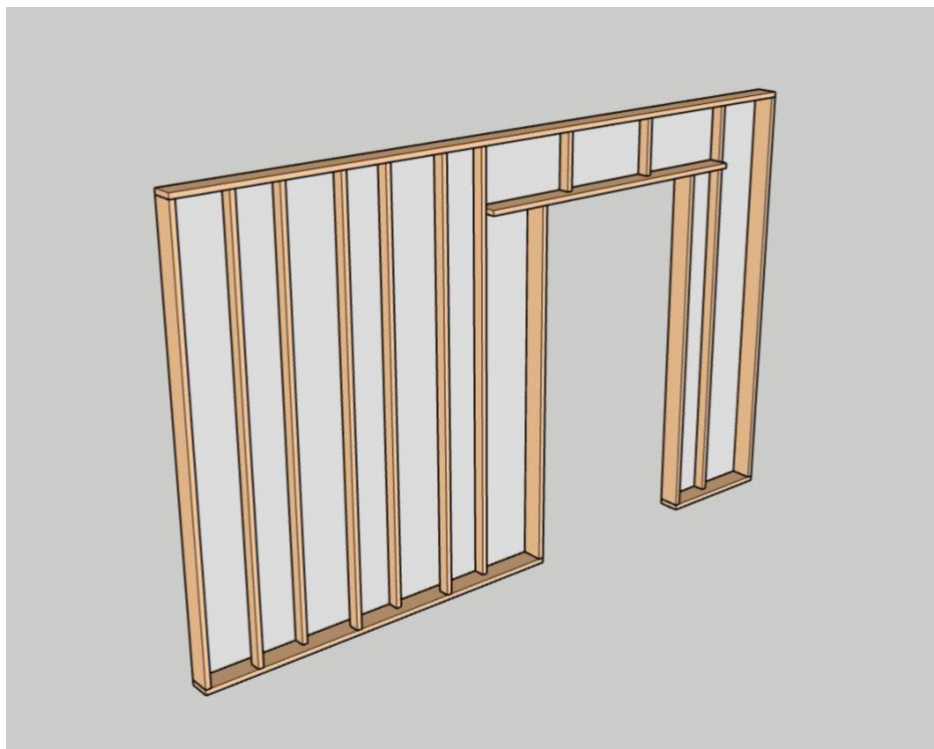
ja ripustusten kiinnitykskestävyyttä. Kaksinkertaisessa levytyksessä päällekkäiset levyt voivat olla samaa tai toisistaan poikkeavaa materiaalia. Kaksinkertaisen levytyksen saumat suositellaan limitettävän seinärungon pystykoolausten mukaan siten, ettei kahta levysaumaa tule päällekkäin samaan kohtaan. Raskaampien kiinnitysten kohdalla kaksinkertainen levytys on suositeltava ratkaisu. Tällöin aluslevynä voi toimia esimerkiksi havuvaneri, jonka lisäksi kiinnityksen tukena tulee olla rankaväliin kiinnityskohdalle asennettu vaakapuu. Puurunkoisen väliseinän sisäiset rankavälit voidaan jättää tyhjäksi tai ne voidaan täyttää mineraalivillalevyillä ääneneristävyyden parantamiseksi. Eristäminen parantaa myös väliseinän palonkestoa ja lisää palotilanteessa seinän eri puolten lämpötilaeroja. (RT 82-10903 Väliseinärakenteita 2007; Puuinfo 2018; RT 82-10820 Pientalon puurakenteet 2004)



Kuva 7. Yksinkertainen väliseinärunko (Tuokko 2019).



Kuva 8. Kaksinkertainen väliseinärunko (Tuokko 2019).



Kuva 9. Väliseinän erillisrunko (Tuokko 2019).

3.2 Teräsrunkoiset rakenteet

Teräsrunkoiset väliseinät ovat rakenteeltaan samankaltaisia kuin puurunkoiset vastaavat. Rungon perustana toimii lattiaan ja kattoon asennettavat kiskot. Kiskoja väliin asennetaan pystyrangat, joihin levytys kiinnitetään. Oviaukkojen ympärillä olevien rankojen tueksi suositellaan asennettavan puuvahvistukset oven karmiruuviin kiinnitysalustaksi. Aukkoihin valmistetaan myös teräsrunkajärjestelmään sopivia tavanomaista vahvempia aukon karmikiskoja.

Väliseinärunko voidaan tehdä kuten puinen vastaava, yksinkertaisena, kaksinkertaisena, tai erillisrunkona eli niin sanottuna siksak -runkona (Knauf 2019). Huoneiston sisäiseksi väliseinäksi soveltuu yksinkertaisella rungolla toteutettu rakenne. Yksinkertaisessa rungossa tyypillisin rungon vahvuus on 66 mm. (RT 82-10659 Pientalon teräsrakenteet 2000)

Koska huoneistoja erottelevan väliseinän ääni- ja palovaatimukset ovat tiukempia kuin huoneiden välisen seinän, on käytettävä erillisrunkoa tai kaksinkertaista runkoa. Erillisrungossa lattia- ja kattokiskot ovat yksinkertaista rakennetta leveämmät. Kiskoja ohuimmat pystyrangat kiinnitetään kiskoihin puolelta toiselle vuorotellen. Kaksinkertainen rakenne koostuu toisistaan erillään olevista vierekkäisistä lattia- ja kattokiskoista. Pystyrangat asennetaan normaalisti molempien kiskoja väliin. (RT 82-10903 Väliseinärakenteita 2007; RT 82-10659 Pientalon teräsrakenteet 2000)

Teräsrunkoisten väliseinien levytys ei juurikaan eroa puurunkoseinien levytyksestä. Mikäli teräsrunkoisessa väliseinässä käytetään yksinkertaista levytystä ja seinään on määritetty asennettavaksi erityisen raskaita kiinnityksiä, on eri valmistajilta saatavilla kalustotukia.

3.3 Muurattu rakenne

Muurattu väliseinä toteutetaan käyttämällä esimerkiksi tässä työssä aiemmin esiteltyjä kevytsoraharkkoja, kevytbetoniharkkoja tai kalkkihiekkaharkkoja. Muurattu väliseinä soveltuu erinomaisesti kantavaksi väliseinärakenteeksi kevyiden väliseinien lisäksi. Harkkoväliseinät voidaan toteuttaa yksinkertaisina tai kaksinkertaisina. Harkkoseinät voidaan myös levyttää kuten rankarakenteiset väliseinät. Erityisen hyvin harkkorakenteinen väliseinä soveltuu käytettäväksi märkätiloihin rajoittuvissa tiloissa kivimateriaalin hyvän kosteudenkestävyyden takia.

Harkkomateriaalit ovat palamattomia rakennustarvikkeita, joten ne soveltuvat hyvin osastoiviin väliseiniin. Harkkorakenteisen väliseinän palonkestovaatimukset osastoivassa rakenteessa saavutetaan valitsemalla sopiva väliseinän paksuus ja

pinnoitusmateriaali. 2600 mm korkeampien harkkoseinien palonkestosuunnittelussa tulee ottaa huomioon myös rakenteen hoikkuus, joka ei saa ylittää arvoa 26. Hoikkuus määritetään rakenteen nurjahduspituuden ja paksuuden suhteena. (RT 82-10588 Harkkorakenteiden suunnittelu)

Märkätiloihin rajoittuvat harkkoseinät käsitellään aina riittävän kosteudenkeston saavuttamiseksi. Harkkoseinät käsitellään kuten muutkin kiviainespinnat, jotka eivät jää muurauspintaisiksi. Tavallisin tapa on oikaisu ja tasoitus, jolla saadaan jatkokäsittelyä varten haluttu tasainen pinta. Märkätiloissa tasoitteen päälle sivellään tai liimataan vedeneristekerros, jonka päälle varsinainen pintamateriaali, tyypillisesti laatoitus, kiinnitetään. Kuten märkätiloissa, myös kuivissa huonetiloissa harkkopinta ja harkkojen ominaisuudet vaikuttavat tasoitteen kiinnittymiseen. Harkkojen vedenimuominaisuudet sekä harkkopinnan puhtaus ovat oleellisia asioita tasoitteen kiinnittymisen kannalta. Harkkopinta tulee puhdistaa pölystä ja muista epäpuhtauksista joko pesemällä tai harjaamalla. Jos vedenimeytyminen harkkopintaan on vähäistä, tartunta saattaa jäädä suunniteltua heikommaksi. Mikäli vedenimeytyminen on liian nopeaa, aiheutuu myös tästä haittaa tasoitteen sitoutumiselle. Harkkopinnan vedenimuominaisuuksia voidaan tasata tarvittaessa kostuttamalla tai antamalla pinnan kuivua. (RT 82-10588 Harkkorakenteiden suunnittelu 1995)

Harkkorakenteisen väliseinän ääneneristyskykyyn vaikuttavat muun muassa rakenteen paksuus, massa, jäykkyys, tiiviys ja rakenneratkaisu. Rakenteen massan, paksuuden ja osittain myös jäykkyyden kasvaessa ääneneristyskyky paranee. Pienetkin ilmaraoit alentavat ilmaääneneristyskykyä merkittävästi. Etenkin kevytsoraharkkopinta voidaan jättää paljaaksi, mikäli halutaan huokoista pintaa ääniolosuhteiden parantamiseksi. Tällöin seinää maalattaessa tulee maalin koostumuksen olla sellainen, ettei se täytä harkkopinnan huokosia. Tavanomaisilla väliseinäpaksuuksilla harkkoväliseinien massa jää pienehköksi, eikä näin ollen huoneistojen välisen seinän ääneneristävyysvaatimuksia yleensä saavuteta. Huoneistojen välinen seinä toteutetaan ääneneristysvaatimusten täyttämiseksi yleensä kaksinkertaisena. Kaksinkertaisen harkkoseinän väliin asennetaan tavanomaisesti noin 50 mm paksuinen mineraalivillaeriste, jonka lisäksi väliin jätetään ilmarako. Kaksinkertaisissa rakenteissa seinäkuorien välillä ei tule käyttää kuoria toisiinsa sitovia teräksisiä muuraussiteitä. Seinän ääneneristävyys heikkenee muuraussiteitä käytettäessä, sillä ne toimivat äänen kulkureitinä seinäkuorten välillä. (RT 82-10588 Harkkorakenteiden suunnittelu 1995)

Väliseinäaukko tulee olla riittävän tasainen, jotta harkkojen ladonta aukkoon onnistuu. Lattialle asetetaan bitumikermikaista, jonka päälle muuraus aloitetaan laastin avulla. Bitumikermi suojaa harkkoseinää rakenteiden kuivumisliikkeiltä ja muilta haitallisilta

liitoskohdan liikkeiltä. Bitumikermi ehkäisee myös askeläänten kulkeutumista lattiarakenteesta väliseinään. Suoralla seinäosuudella harkot ladotaan puolen harkon mittaisella limityksellä. Kahden väliseinän muodostamassa kulmassa harkot ladotaan ristiin. Aukkojen, kuten esimerkiksi oviaukon ylitys toteutetaan käyttämällä pitkiä aukonylitysharkkoja tai sinkittyjä U-profiilisia aukkokannattajia. Aukonylitysharkko tai aukkokannattaja asetetaan lepäämään vähintään 100 mm matkalle tukien päälle. Kevyiden harkkoväliseinien muurauksessa käytetään harvoin raudoitteita laastisaumoissa. Kuivumiskutistuman ehkäisemiseksi voidaan kuitenkin käyttää seinälinjan suuntaisia vaakaraudoitteita. Harkkorakenteinen väliseinä voidaan muurata tavanomaiseen huonekorkeuteen yhdellä kertaa, mutta 2,5 m korkeammat harkkoseinät tulee toteuttaa kahdessa tai useammassa osassa. (Ratu 42-0290 Harkkomuuraus 2005)

4. SUUNNITTELU

Kevyt väliseinä suunnitellaan sopivaksi rakennuksen käyttötavan asettamiin vaatimuksiin. Suunnittelussa huomio kiinnittyy runkoratkaisun ja materiaalien valintoihin. Väliseinän suunnittelua ohjaavat säädökset liittyvät seinän ääneneristyskykyyn ja palonkestoon. Oleelliset suunnittelutilanteet koskevat asuntorakentamista, jolloin asuinhuoneistoja erotteleville väliseinille kohdistetaan tiettyjä vaatimuksia. Märkätiloihin ja kosteudelle alttiisiin tiloihin suunniteltavat väliseinät on osattava vedeneristää oikealla tavalla. Seiniin saattaa olla tarvetta kiinnittää joskus myös raskaita kalusteita, kuten esimerkiksi hyllyjä ja muita säilytysratkaisuja, jolloin seinän on kyettävä kantamaan kuormat menettämättä rakenteellista vakauttaan ja lujuuttaan. Väliseinäratkaisu vaikuttaa osaltaan myös muun rakennuksen suunnitteluun. Väliseinät ovat osa kantaville rakenteille tulevaa rakennuksen omaa painoa.

4.1 Vaatimukset ja määräykset

Kevyet väliseinät eivät osallistu rakennuksessa niiden yläpuolisten kuormien kantamiseen eivätkä ne toimi osana rakennuksen jäykistystä. Näin ollen kantavuusvaatimuksia ei kevyille väliseinille ole määritetty. Sen sijaan kevyille väliseinille on olemassa paloteknisiä vaatimuksia ja ääneneristävyyteen liittyviä vaatimuksia. Ääneneristystä käsitellään kohdassa 4.2 ja palonkestoa kohdassa 4.3. Ainoa rakenteelliseen kestäväyyteen liittyvä vaatimus kevyille väliseinille liittyy niihin kohdistuviin vaakakuormiin.

Rakennukset jaetaan kuormitettujen tilojen perusteella luokkiin. Luokittelulla annetaan tilojen suunnitteluun tarvittavat hyötykuormien ominaisarvot. Hyötykuorma tarkoittaa tilan käytöstä aiheutuvaa kuormaa, joka voi aiheutua esimerkiksi tilaan tulevista laitteista ja kalusteista. Tässä työssä tarkastellaan luokkien A ja B tiloja. Luokkaan A kuuluvat kaikki asuintilat ja luokkaan B kuuluvat puolestaan toimistotilat. Kevyille väliseinille määräytyy luokittelun perusteella vaakakuorman ominaisarvo, joko pistekuormana tai viivakuormana. Vaakakuormia aiheutuu esimerkiksi hyllyjen tai kalusteiden nojaamisesta, mutta ensisijaisesti vaakakuorman oletetaan aiheutuvan kaiteista johon tiloja käyttävät henkilöt saattavat nojata. Vaakakuorma määritetään seinälle viivakuormana yksikössä kN/m ja pistekuormana yksikössä kN. Eurokoodin SFS-EN 1991-1-1+AC mukaan luokkien A ja B väliseinille vaakakuorman ominaisarvo voidaan valita väliltä 0,2 – 1,0 kN/m. Suomen rakentamismääräyskokoelma määrittelee vaakakuorman arvoksi 0,5 kN/m ja sen vaikutuskorkeudeksi enintään 1,2 m. Lisäksi

rakentamismääräyskokoelman mukaan väliseinän levymäiset osat ja niiden kiinnitys on suunniteltava siten, että seinä kestää mielivaltaisessa kohdassa 50 mm x 50 mm suuruisella alueella vaikuttavan 0,3 kN suuruisen pistekuorman. (YM Rakenteiden lujuus ja vakaus 2016 s.9)

4.2 Märkätilat

Märkätiloihin kuuluvat ne tilat, joissa lattiapinta joutuu vedelle alttiiksi ja seinäpintoihin roiskuu sekä saattaa tiivistyä vettä (RIL 107-2012, s.167). Märkätilan muurattu tai levyrakenteinen väliseinä tulee aina vedeneristää. Märkätilaan rajoittuva väliseinä voidaan toteuttaa käyttämällä kaikkia tässä työssä aiemmin esiteltyjä materiaaleja. Seinärakenne on suunniteltava siten, etteivät lämpötilan ja kosteusolosuhteiden muutoksista aiheutuvat liikkeet vaurioita vedeneristystä. Toisaalta vedeneristeen ja pintamateriaalien valinnassa tulee kiinnittää huomiota mahdollisiin lämpötilan ja kosteusolosuhteiden muutoksista aiheutuviin liikkeisiin.

Märkätilojen seinäpinnoite on usein laatoitus, jolloin seinärunkoon kohdistuva kuormitus on suurempi kuin normaalissa tilanteessa esimerkiksi levytetyn ja maalatun/tapetoidun aiheuttama kuormitus. Märkätiloissa pyritään käyttämään ensisijaisesti yksinkertaista levytystä rakenteen kuivumiskyvyn parantamiseksi. Yksinkertaisen levytyksen tilanteessa väliseinän pystyrankajakona voidaan käyttää tiheämpää 400 mm tavanomaisen 600 mm sijaan. Suositeltavaa on myös valita käytettäväksi aikaisemmin tässä työssä mainittu erikoiskova kipsilevy tai märkätilaan suunniteltu kipsilevy.

Väliseinän vedeneristys voidaan toteuttaa käyttämällä siveltävää vedeneristettä tai mattovedeneristettä. Vedeneristeen on oltava yhteensopiva kiinnitysalustansa kanssa. Rakennusinsinöörien Liiton ohjeen 107-2012 mukaan vedeneristettyyn väliseinään tehtäviä läpivientejä ja kiinnityksiä tulee mahdollisuuksien mukaan välttää. Läpiviennit, kuten esimerkiksi suihkusekoittajan putkien viennit vedeneristeen läpi, on tiivistettävä huolellisesti. Esimerkkinä toimivan suihkusekoittajan kiinnitysruuviin reiät on puolestaan tiivistettävä vedenkestävällä ja vedeneristeen kanssa yhteensopivalla tiivistysmassalla. Seinän vedeneristeen liittyminen lattian vedeneristeeseen on oltava tiivis ja yhtenäinen. Lattian vedeneriste nostetaan seinälle vähintään 100 mm korkeuteen. Seinän vedeneriste limitetään lattialta nostetun vedeneristeen päälle vähintään 30 mm verran, jolloin seinältä valuva vesi ei päädy lattian vedeneristeen alle. (RIL 107-2012)

4.3 Ääneneristävyys

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennuksen ääneneristuksen tulee olla sellainen, ettei rakennuksessa olevien uni ja lepo häiriinny ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta on ääniolosuhteiden puolesta mahdollista. Väliseinien merkitys rakennuksen äänieristyksessä on näin ollen suuri. Esimerkiksi asuntorakentamisessa kevyt väliseinä erottaa usein asuinhuoneet muista tiloista. Tällöin väliseinän on taattava riittävä viihtyvyys ääniolosuhteiden osalta sen molemmiin puolin. Asuinhuoneiden välille ei ole Suomen maankäyttö- ja rakennuslaissa asetettu vaatimuksia. Sen sijaan asuinhuoneistojen välille on asetettu vaatimus pienimpänä sallittuna äänitasoerolukuna $D_{nT,w} = 55$ dB. (Ympäristöministeriö 2018, s. 20) Huoneistojen välillä ääntä eristää joko kantava seinä tai kevyt kantamaton väliseinä.

Ääneneristys jaetaan karkeasti kahteen eri osa-alueeseen, askelääneneristykseen ja ilmaääneneristykseen. Askelääneneristys kuvaa rakennusosien tai materiaalin kykyä eristää lattiarakenteeseen kohdistetun iskun vaikutuksesta leviävää ääntä. Ilmaääneneristys kuvaa puolestaan rakennusosien tai materiaalin kykyä eristää äänilähteestä ympäristöön ilman välityksellä leviävää ääntä. (Kylliäinen 2006)

Ääni kulkee tilasta toiseen joko suoraan tiloja erottavan rakenteen läpi, tai sitten tiloja erottavaa rakennetta sivuavien rakenteiden kautta. Sivuvista ja erottavasta rakenteesta syntyy monta mahdollista reittiä äänen sivutiesiirtymälle. Sekä ilmaäännet, että askeläännet voivat kulkea sivutiesiirtymien kautta. Äänen kulkeutumista sivutiereittien kautta voidaan rajoittaa tekemällä tiloja erottavan rakenteen ja sitä sivuavien rakenteiden liitokset tietyllä tavalla. Tällöin väliseinän rakentamisessa kiinnitetään huomiota sen liittymiseen ympäröiviin rakenteisiin, eli lattiaan, kattoon ja muihin seiniin. Kevyiden väliseinien suunnittelussa ilmaääneneristävyys tarkastelu on oleellista. (Kylliäinen 2006)

Ilmaääneneristävyttä kuvataan symbolilla R . Ilmaääneneristävyys ilmaisee tietyllä taajuuskaistalla tilasta rakennusosan kautta toiseen tilaan siirtyneen äänitehon suhteessa rakennusosan kohdanneeseen äänitehoon. Taajuuskaistoittain mitatuista tai mallinnetuista ilmaääneneristyslukuista voidaan laskea ilmaääneneristysluku R_w , jota käytetään yksittäisen rakennusosan, kuten väliseinän ilmaääneneristyskyvyn ilmaisemiseen. Edelleen ilmaääneneristävyyslukujen ja rakennusosien välisten liitoseristävyyksien avulla voidaan laskea tilojen välinen äänitasoeroluku $D_{nT,w}$. Rakennusosan kyky eristää ääntä on sitä parempi, mitä suurempi sille määritetty ilmaääneneristysluku on. Tilojen välinen ääneneristävyys on vastedes sitä parempi, mitä suurempi on tilojen välinen äänitasoeroluku. (Kylliäinen 2006)

Väliseiniä suunniteltaessa ääneneristyskykyä voidaan parantaa merkittävästi oikeilla materiaalivalinnoilla ja tietyn rakenneratkaisuin. Rakennusmateriaalin ääneneristyskykyyn vaikuttaa sen massa ja jäykkyys. Massan kasvaessa ja jäykkyyden pienentyessä ääneneristyskyky yleensä paranee. Väliseinän tiiviys vaikuttaa materiaalien lisäksi olennaisesti ääneneristävyyteen. Pienetkin raot alentavat ääneneristyskykyä voimakkaasti. Tästä syystä väliseiniin tehtävät koloukset ja asennukset tulisi tiivistää tarkoitukseen soveltuvalla elastisella tiivistysmassalla. Hyvin yleinen väliseinään tehtävä asennus, eli pistorasia alentaa väliseinän ääneneristyskykyä. Levyrakenteisten väliseinien pistorasia-asennukset voidaan tiivistää ympäriltään kipsimassalla tai mineraalivillalla. (Kylliäinen 2006)

Tavanomaisen yksinkertaisesti levytetyn rankarakenteisen seinän ääneneristävyyttä voidaan parantaa monin tavoin. Ensimmäisenä vaihtoehtona on massaltaan raskaamman levyn valinta tai levytyksen kaksinkertaistaminen. Tällöin levyrakenteen massa kasvaa ja ääneneristävyys paranee. Kaksinkertainen levytys ei toimi halutulla tavalla, mikäli levyt kiinnitetään toisiinsa liimaamalla. Jos levyt liimattaisiin toisiinsa, levyrakenteelle ominainen koinssidenssin rajataajuus laskisi ääneneristävyyden kannalta epäedullisesti. Koinssidenssin rajataajuudella materiaalissa alkaa esiintyä poikittaisaaltoja, jolloin levyrakenne resonoi sen kohdanneen ääniaallon kanssa vaikuttaen ääneneristävyyteen negatiivisesti. Ääneneristysvaatimusten täyttämiseksi seinissä on käytettävä rakennuslevyjä, joiden massan tulee olla vähintään 8 kg/m^2 . (Kylliäinen 2006)

Toinen tapa parantaa ääneneristävyyttä on levyjen välisen tilan täyttäminen ääntä vaimentavalla materiaalilla. Mikäli levyseinä jätetään täyttämättä, syntyy levyjen väliseen ilmatilaan ääneneristyskykyä heikentävä kaiuntakenttä. Levyjen välisen tilan täyttöön käytetään useimmiten mineraalivillaa, joka on melko tehokkaasti ääntä absorboiva materiaali. Mineraalivillan ääneneristyskyky perustuu ilmiöön, jossa ääniaaltojen vaikutuksesta värähtelevät villakuidut muuttuvat äänienergian lopulta lämpöenergiaksi. (Kylliäinen 2006)

Kolmantena menetelmänä väliseinän ääneneristävyyden parantamiseksi voidaan käyttää rakenteellisia ratkaisuja. Asuinhuoneistojen välillä käytetyn kaksinkertaisen seinärakenteen ääneneristävyys perustuu erillisten seinäpuoliskojen ääneneristyskykyyn lisäksi puoliskojen ja niiden väliin jäävän ilmaraon toimintaan massa-jousi-massajärjestelmänä. Massa-jousi-massajärjestelmällä on olemassa alhaisilla taajuuksilla rajataajuus, jonka yläpuolella ilmaääneneristys kasvaa nopeasti.

Rankarakenteinen seinärunko voidaan toteuttaa myös ääneneristävyyttä parantavana erillisrunkona, jolloin levytykset kiinnitetään omien puoltensa pystyrankoihin. Levyjen kiinnittäminen samoihin pystyrankoihin heikentää ääneneristävyyttä erillisrunkoon ja kaksinkertaiseen runkoon verrattuna. (Kylliäinen 2006)

Pystyrankojen jäykkyydellä on myös merkitystä seinän ääneneristyskyvylle. Jäykkyyden kasvaessa eristyskyky pienenee. Rakennustuotevalmistajat ovat kehittäneet väliseinärakentamiseen tarkoitettuja niin kutsuttuja jousirankoja, jotka toimivat väliseinärungossa levyn kiinnitysalustana jousen tavoin. (Kylliäinen 2006)

Sivutiesiirtymien syntymisen ehkäisyyn tehokkain tapa on rakenteen katkaisu. Tiloja erottavan rakenteen kohdalla erottavaa rakennetta sivuava rakenne tulisi katkaista, jolloin äänen siirtymisreitti katkeaa. Väliseinän rakentamisessa sivutiesiirtymän syntyä voidaan ehkäistä kiinnittämällä seinärungon osat rakennuksen muihin osiin siten, että esimerkiksi lattian ja väliseinän lattiakiskon väliin asennetaan kaistale vaimentavaa materiaalia. Mikäli kevyeen väliseinään törmää toinen väliseinä, on jatkuva seinä katkaistava törmäyskohdassa sivutiesiirtymien synnyn estämiseksi. (Kylliäinen 2006; Ympäristöministeriö 2018)


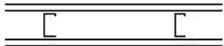

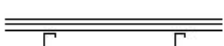

4.4 Palonkesto

Tässä työssä tarkastellaan paloasioita asuinrakennusten osalta. Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa ohjeet ja vaatimukset rakennusten paloturvallisuudelle eurooppalaisten käytäntöjen ja eurokoodiohjelman pohjalta.

Paloturvallisuusvaatimuksia kohdistetaan rakennuksen eri osille ja rakentamisessa käytettäville materiaaleille. Rakennus kokonaisuudessaan luokitellaan tiettyyn paloluokkaan muun muassa käyttötarkoituksen ja koon perusteella. Asuinrakennukset luokitellaan Suomessa usein luokan P3 rakennuksiksi. Rakennus on jaettava palo-osastoihin tietyin kokoon ja käyttötarkoitukseen liittyvin perustein. Paloluokkaan P3 kuuluva rakennus on MRL mukaan osastoitava huoneistoittain. Tällöin huoneistojen välinen kevyt väliseinä luokitellaan osastoivaksi rakennusosaksi.

Paloluokassa P3 osastoivalle rakennusosalle kohdistetaan luokkavaatimus EI 30. Luokkatunnuksessa kirjain E tarkoittaa tiiviyyttä, kirjain I tarkoittaa eristävyyttä ja numero 30 kuvaa minuutteina ilmoitettua aikaa, jonka verran rakennusosan tulee toimia palossa ennakoidulla tavalla. Näin ollen luokan EI 30 seinään ei saa syntyä rakoja ja sen tulee pysyä savukaasuilta ja liekeiltä tiiviinä 30 minuuttia, sekä sen vastakkaisella puolella on oltava turvalliset lämpöolosuhteet 30 minuuttia. Kipsilevyillä toteutetun levytyksen vaikutusta palonkestoon havainnollistetaan kuvassa 10.

SISÄVERHOUSLEVY

	EI 30
	EI 30
	EI 60
	EI 60
	EI 120

PALONSUOJALEVY

	EI 60
	EI 60
	EI 120

Kuva 10. Väliseinälevytyksen vaikutus palonkesto-ominaisuuksiin (Knauf Oy 2019).

Väliseinille kohdistuu lisäksi rakennuksen sisäpuolisten pintojen luokkavaatimus. Paloluokan P3 rakennuksissa huoneistojen seinä- ja kattopinnoille kohdistuu vaatimus D-s2, d2. Luokkaan D kuuluva materiaali määritellään siten, että sen osallistuminen paloon on hyväksyttävissä. Merkintä s2 tarkoittaa, että palotilanteessa materiaalin savuntuotto on vähäistä. Merkinnällä d2 tarkoitetaan palavien pisaroiden ja osien esiintymistä. Luokittelu d2 tarkoittaa, että materiaali ei täytä luokkien d0, eikä d1 vaatimuksia. Merkintä d0 edellyttää, että palavia pisaroita tai osia ei esiinny, ja merkinnän d1 mukaan palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti. (Ympäristöministeriö 2017)

5. HAVAINNOT JA YHTEENVETO

Kevyet väliseinät ja niihin liittyvät suunnittelunäkökohdat saattavat kuulostaa yksinkertaisilta ja suoraviivaisilta aihealueilta. Tämä työ osoittaa kuitenkin, että kevyitä väliseiniä suunniteltaessa on huomioon otettavien asioiden määrä runsas. Tavanomaisen kahden huoneen välisen väliseinän toteuttaminen ja suunnittelu ei ole vaikeaa, mutta vaatimusten lisääntyessä on suunnittelijan huomioitava useita eri asioita. Suunnitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota mikäli seinälle kohdistetaan äänen kulkuun, palonkestoon tai kosteuden rajoittamiseen liittyviä vaatimuksia. Suunnittelulla voidaan vaikuttaa seinän ulkonäköön, fyysisiin mittoihin, toimivuuteen, kestävyys ja rakennusvaiheen kustannuksiin.

Asuinrakennuksissa kevyet väliseinät jakavat tiloja, toimivat näkösuojina, rajoittavat äänen kuulumista huoneiden välillä ja kantavat hyllyjä ja kalusteita. Palotilanteessa kevyet väliseinät pyrkivät estämään savun, palokaasujen ja kuumuuden pääsyn tilasta toiseen. Edellä mainitut tehtävät ohjaavat väliseinän materiaalien ja rakenneratkaisun valintaa. Vaatimusten mukaisia väliseiniä on mahdollista toteuttaa lähes mistä tahansa tässä työssä esitetyistä materiaaleista. Eri asia kuitenkin on, että mikä materiaali on kannattavaa taloudellisesti. Tässä työssä esitetyt suunnittelulliset asiat tuntemalla on mahdollista valita sekä sopivat materiaalit että oikea rakenne siten, että seinästä tulee niin taloudellisesti kuin toiminnallisestikin järkevä.

Rakennetun tilan käyttäjän näkökulmasta väliseinien rakenne ja laatu ovat merkityksellisiä viihtyvyyden kannalta. Tavallinen ohut teräsrunkoinen kipsilevyllä päällystetty väliseinä saattaa tuntua hieman heikkolaatuiselta sekä kaikuvalta ja kumisevalta. Mikäli tällainen seinä täytetään eristeellä äänitekniset ominaisuudet paranevat selvästi. Jos seinän rakennetta kasvatetaan paksummaksi, paranee ääneneristyskyky entisestään. Mikäli seinä toteutettaisiin harkoista muuraamalla, välittyisi tilan käyttäjälle taas erilainen kokemus rakennetun tilan laadusta ja ominaisuuksista.

Tämän työn pohjalta voidaan todeta, että yhtä ainoaa oikeaa ratkaisua kevyen väliseinän rakentamiseen ei ole. Useimmat yleisesti käytössä olevat rakennusmateriaalit toimivat kaikki väliseinärakentamisessa. Edellytys kevyen väliseinän suunnittelun ja rakentamisen onnistumiselle ja pitkäaikaiskestävyydelle on oikea materiaalien ja rakennevaihtoehtojen yhdistelmä.

LÄHTEET

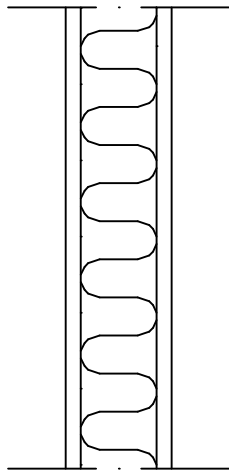
- Knauf Oy (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 17.4.2019):
<https://knauf.fi/suunnittelijoille/paloasiat/rakenteet-ja-palo>
- Knauf Oy (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 18.4.2019):
<https://knauf.fi/ratkaisut/valiseina>
- Koski, H. (2011). Talonrakentamisen tuotantotekniikka. Ratu KI-6020. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö. Helsinki. 274 s.
- Kylliäinen, M. (2006). Talonrakentamisen akustiikka. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetekniikan laitos. Tutkimusraportti 137. 210 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 18.2.2019):
https://tutcris.tut.fi/portal/files/1673910/kylliainen_talonrakentamisen_akustiikka.pdf
- Lammin Betoni Oy (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 17.4.2019):
<https://www.lammi.fi/harkko/tuotteet/valiseinaharkot/vsk100/>
- Puuinfo (2018). Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje. Eurokoodi 5. 56 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://www.puuinfo.fi/eurokoodi-5-lyhennetty-suunnitteluohje>
- Puuinfo (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 14.4.2019):
<https://www.puuinfo.fi/tuote/koskiwall-%E2%80%93-sein%C3%A4lastulevy>
- Saint-Gobain Finland Oy, Gyproc (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 17.4.2019):
<http://www.gyproc.fi/tuotteet>
- SFS-EN 1991-1-1 + AC. Suomen standardisoimisliitto SFS (2002). 71 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 20.2.2019):
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/170636.html.stx>
- Stora Enso Oyj (2019). [WWW]. Saatavissa (viitattu 17.4.2019):
<https://www.taloon.com/kertopuu-valiseinatolppa-39x66x2550/JJ-61-51optu/dp?openGroup=7997>
- Ympäristöministeriö (2016). Rakenteiden lujuus ja vakaus. 51 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 20.2.2019): <https://www.ym.fi/download/noname/%7BC352472F-E7C4-4653-BF44-1AB47FB50CB0%7D/137127>

- Ympäristöministeriö (2017). YMa 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 23 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 12.3.2019): <https://www.ym.fi/download/noname/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602.../134002>
- Ympäristöministeriö (2018). Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 45 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 18.2.2019): <https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>
- RT 82-10588 (1995). Harkkorakenteiden suunnittelu. Rakennustietosäätiö. 16 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 27.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-10588>
- RT 32-10633 (1997). Kartonkipintaiset kipsilevyt. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 25.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2032-10633>
- RT 32-10654 (1998). Puukipsilevyt. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 25.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2032-10654>
- RT 22-10730 (2000). Vanerilevyt. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2022-10730>
- RT 82-10659 (2000). Pientalon teräsrakenteet. Rakennustietosäätiö. 19 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 16.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-10659>
- RT 22-10773 (2002). Vaneri rakenteissa ja verhouksissa. Rakennustietosäätiö. 12 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2022-10773>
- RT 35-10835 (2004). Karkaistut kevytbetoniharkot. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 27.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2035-10835>
- RT 35-10834 (2004). Kevytsoraharkot. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 27.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2035-10834>
- RT 82-10820 (2004). Pientalon puurakenteet. Rakennustietosäätiö. 20 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-10820>
- Ratu 42-0290 (2005). Harkkomuuraus. Rakennustietosäätiö. 12 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2042-0290>

- RT 35-10840 (2005). Kalkkihiekkatiilet. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 27.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2035-10840>
- RT 82-10903 (2007). Väliseinärakenteita. Rakennustietosäätiö. 38 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 5.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2082-10903>
- RIL 107-2012 (2012). Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Helsinki. 219 s.
- RT 22-11126 (2013). Lastulevyt. Rakennustietosäätiö. 4 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 6.3.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2022-11126>
- RT 18-11246 (2016). Asbesti rakentamisessa. Rakennustietosäätiö. 8 s. [PDF]. Saatavissa (viitattu 24.2.2019): <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-11246>

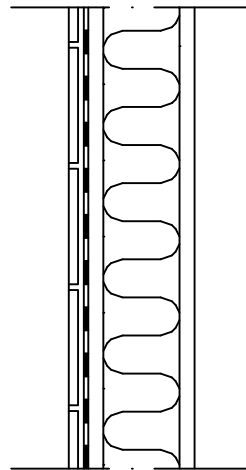
LIITE A: PUURUNKOISTEN VÄLISEINIEN RAKENNELEIKKAUKSIA

(Perustuu lähteeseen RT 82-10903 Väliseinärakenteita 2007)



Puurunkoinen väliseinä

- | | | |
|---------------------------------|-------|-------|
| - Seinäpinnoite | | |
| - Rakennuslevy | 13 mm | |
| - Puurunko | 66 mm | k 600 |
| - Eristemateriaali tarvittaessa | 66 mm | |
| - Rakennuslevy | 13 mm | |
| - Seinäpinnoite | | |

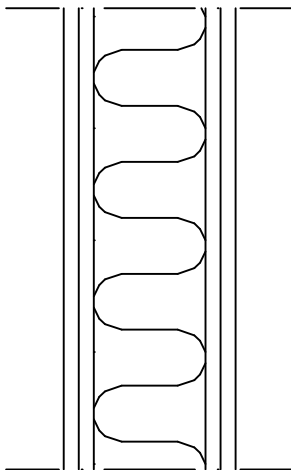


Puurunkoinen märkätilaan rajoittuva väliseinä

- | | | |
|---|-------|------|
| - Seinäpinnoite, esimerkiksi laatoitus | | |
| - Kiinnityslaasti, vedenkestävä | | |
| - Vedeneriste, sertifioitu | | |
| - Rakennuslevy, sovelluttava vedeneristeen pohjaksi | 13 mm | |
| - Puurunko | 66 mm | k400 |
| - Eristemateriaali tarvittaessa | 66 mm | |
| - Rakennuslevy | 13 mm | |

Huomioita:

- Rungon pystyrangat asennetaan tavanomaista tiheämmin normaalia levytystä raskaamman laatoituksen tueksi.

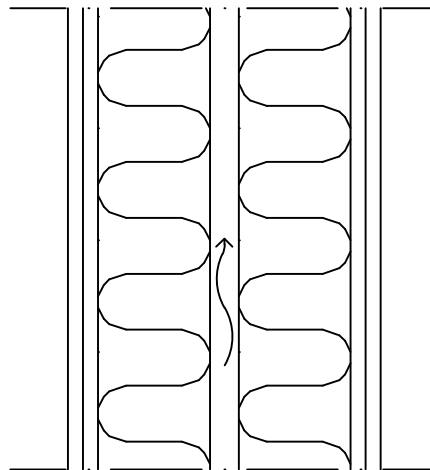


Puurunkoinen väliseinä, kaksinkertainen levytys

- | | | |
|---------------------------------|----------|-------|
| - Seinäpinnoite | | |
| - 2x Rakennuslevy | 2x 13 mm | |
| - Puurunko | 97 mm | k 600 |
| - Eristemateriaali tarvittaessa | 97 mm | |
| - 2x Rakennuslevy | 2x 13 mm | |
| - Seinäpinnoite | | |

Huomioita:

- Käytettäessä 13 mm paksuja kipsilevyjä ja mineraali- tai puukuitueristettä, saavutetaan vähintään ilmaääneneristysluku $R'w$ 44 dB. Alempi levy voi olla myös massaltaan vähintään 8 kg/m^2 puulevy.
- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan palonkestovaatimus EI 30



Kaksinkertainen puurunkoinen väliseinä kaksinkertaisella levytyksellä

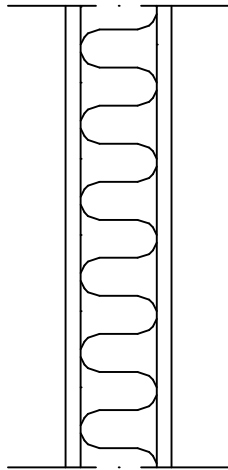
- | | | |
|--------------------|----------|-------|
| - Seinäpinnoite | | |
| - 2x Rakennuslevy | 2x 13 mm | |
| - Puurunko | 97 mm | k 600 |
| - Eristemateriaali | 97 mm | |
| - Ilmaväli | 25 mm | |
| - Puurunko | 97 mm | k 600 |
| - Eristemateriaali | 97 mm | |
| - 2x Rakennuslevy | 2x 13 mm | |

Huomioita:

- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan vähintään ilmaääneneristysluku $R'w$ 55 dB
- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan palonkestovaatimus EI 30

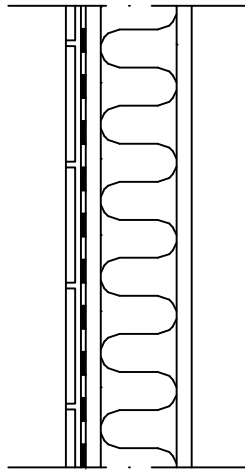
LIITE B: TERÄSRUNKOISTEN VÄLISEINIEN RAKENNELEIKKAUKSIA

(Perustuu lähteeseen RT 82-10903 Väliseinärakenteita 2007)



Teräsrunkoinen väliseinä

- Rakenne vastaa puurunkoisen väliseinän rakennetta

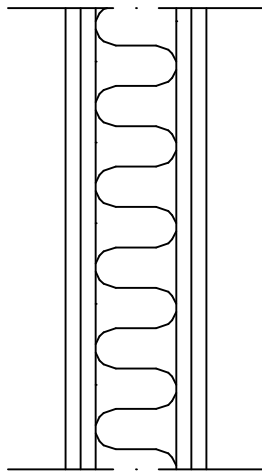


Teräsrunkoinen märkätilan väliseinä

- Rakenne vastaa puurunkoisen väliseinän rakennetta.

Huomioita:

- Käytettäessä 13 mm paksuja kipsilevyjä, sekä mineraalivillaaeristettä, saavutetaan paloluokka EI 30



Teräsrunkoinen väliseinä, kaksinkertainen levytys

- Seinäpinnoite
- 2x Rakennuslevy 2x 13 mm
- Teräsrunko 70 mm k 600
- Eristemateriaali 70 mm
- tarvittaessa
- 2x Rakennuslevy 2x 13 mm
- Seinäpinnoite

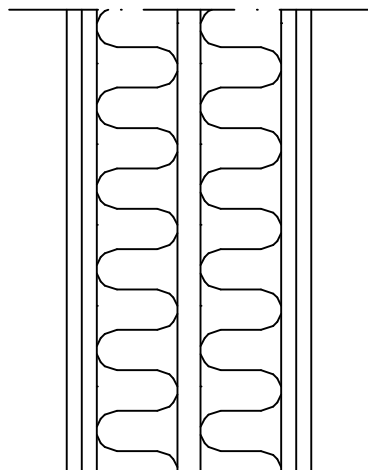
Huomioita:

- Käytettäessä 13 mm paksuja kipsilevyjä ja mineraali- tai puukuitueristettä, saavutetaan vähintään ilmaääneneristysluku R'_w 44 dB. Alempi levy voi olla myös massaltaan vähintään 8 kg/m² puulevy.

- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan palonkestovaatimus EI 30

LIITE B: TERÄSRUNKOISTEN VÄLISEINIEN RAKENNELEIKKAUKSIA

(Perustuu lähteeseen RT 82-10903 Väliseinärakenteita 2007)

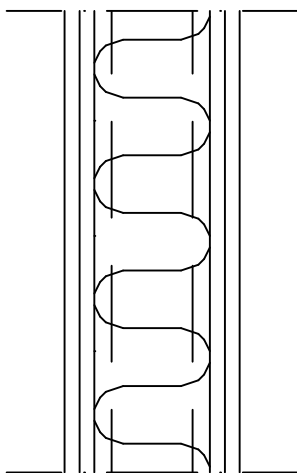


Kaksinkertainen teräsrunkoinen väliseinä kaksinkertaisella levytyksellä

- Seinäpinnoite
- 2x Rakennuslevy 2x 13 mm
- Teräsrunko 70 mm k 600
- Eistemateriaali 70 mm
- Ilmaväli 20 mm
- Teräsrunko 70 mm k 600
- Eistemateriaali 70 mm
- 2x Rakennuslevy 2x 13 mm
- Seinäpinnoite

Huomioita:

- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan vähintään ilmaääneneristysluku R'_w 55 dB
- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan palonkestovaatimus EI 30



Teräsrunkoinen väliseinä akustiikkarangoilla, kaksinkertainen levytys

- Seinäpinnoite
- 2x Rakennuslevy 2x 13 mm
- Teräksinen akustiikkaranka 100 mm k 600
- Eistemateriaali 100 mm
- Rakennuslevy 2x 13 mm
- Seinäpinnoite

Huomioita:

- Käytettäessä 13 mm paksuja kipsilevyjä ja mineraali- tai puukuitueristettä, saavutetaan vähintään ilmaääneneristysluku R'_w 55 dB.
- Kuvanmukaisella rakenteella saavutetaan palonkestovaatimus EI 30